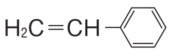
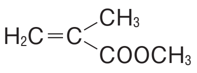
第22講　合成高分子化合物(2)

3　合成樹脂(プラスチック)

加熱によりやわらかくなる**熱可塑性樹脂**と，加熱により硬くなる**熱硬化性樹脂**がある。

基本的に鎖状高分子は熱可塑性，網目状高分子は熱硬化性である。よって，モノマーとポリマーが頭に入っていれば，熱可塑性か熱硬化性かは判断できる。

①付加重合による合成樹脂

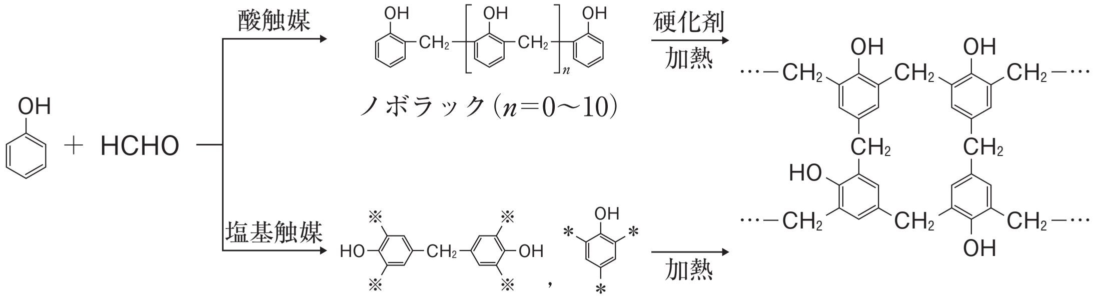
名　称	単量体	用途・性質・その他
ポリエチレン(PE)	エチレン　$CH_2=CH_2$	袋，容器，フィルム，電気絶縁物など
ポリプロピレン(PP)	プロペン(プロピレン) $CH_2=CH-CH_3$	
ポリ塩化ビニル(PVC)(塩化ビニル樹脂)	塩化ビニル $CH_2=CHCl$	シート，管，板など
塩化ビニリデン樹脂(PVDC)	塩化ビニリデン $CH_2=CCl_2$	包装材料，食品用ラップなど 耐摩耗性・耐薬品性・難燃性に優れる。
フッ素樹脂(テフロン)	テトラフルオロエチレン $CF_2=CF_2$ クロロトリフルオロエチレン $CClF=CF_2$など	電気絶縁材料，フライパンの表面加工材など 耐熱性・耐薬品性・電気絶縁性に優れる。
ポリ酢酸ビニル(酢酸ビニル樹脂)	酢酸ビニル $CH_2=CH-OCOCH_3$	塗料，接着剤，ビニロンの原料など
ポリスチレン(PS)(スチロール樹脂)	スチレン 	透明容器，日用品，断熱材(発泡ポリスチレン)など
メタクリル樹脂(アクリル樹脂)	メタクリル酸メチル(重合体はPMMA) 	風防ガラス，プラスチックレンズなど PMMAは有機ガラスともいわれる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

②縮合重合や付加縮合（付加＋縮合）による合成樹脂

⑴フェノール樹脂

最初に実用化された合成樹脂。電気絶縁性に優れ，電気部品等に利用されている。



レゾール（これらの化合物の混合物）　　　　フェノール樹脂

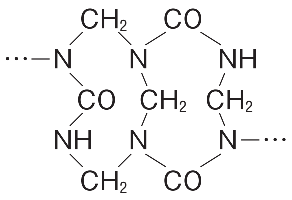
※の1～4か所，＊の1～3か所が

$-CH_2OH$に置換されたものが混じっている

⑵アミノ樹脂

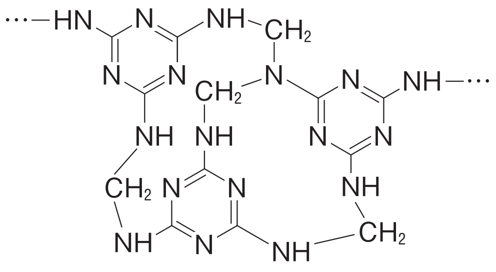
a.　尿素樹脂

着色性に優れる。合板接着剤などに利用される。



b.　メラミン樹脂

耐熱性，耐薬品性に優れる。各種形成品，接着剤などに利用されている。

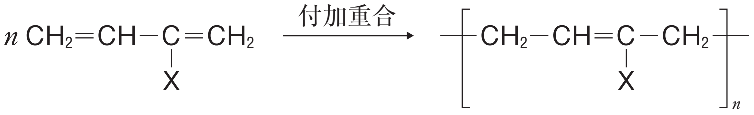


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

4　ゴム

　天然に存在しているのが天然ゴム（生ゴム），人工的に合成されたのが合成ゴムである。どのようなものがあるのか，頭に入れておこう。

①ジエン系



X		
$-CH_3$ →	ポリイソプレン（天然ゴム）	
$-H$ →	ポリブタジエン	（合成ゴム）
$-Cl$ →	ポリクロロプレン	（合成ゴム）

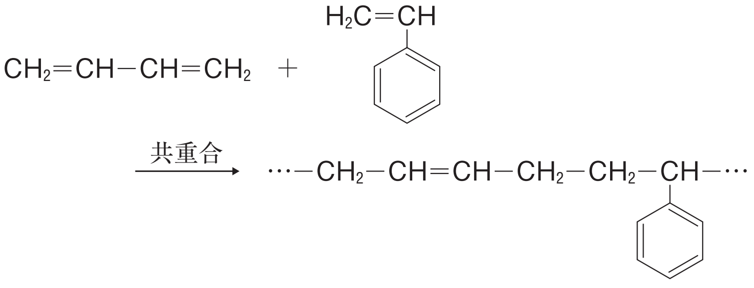
※加硫

　天然ゴムに数パーセントの硫黄を加えて加熱すると，架橋構造により丈夫で弾性の増したゴムになる。この操作を**加硫**という。

②共重合系

a. スチレンブタジエンゴム（SBR）

　自動車のタイヤなどに利用されている。

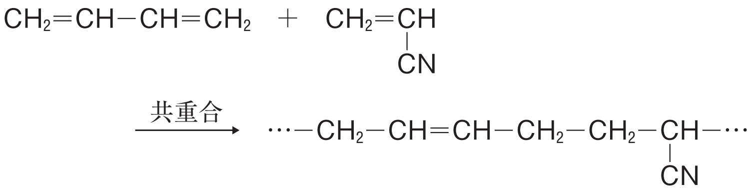


SBR

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

b. アクリロニトリルブタジエンゴム（NBR）

耐油性に優れ，石油ホースなどに利用されている。



NBR

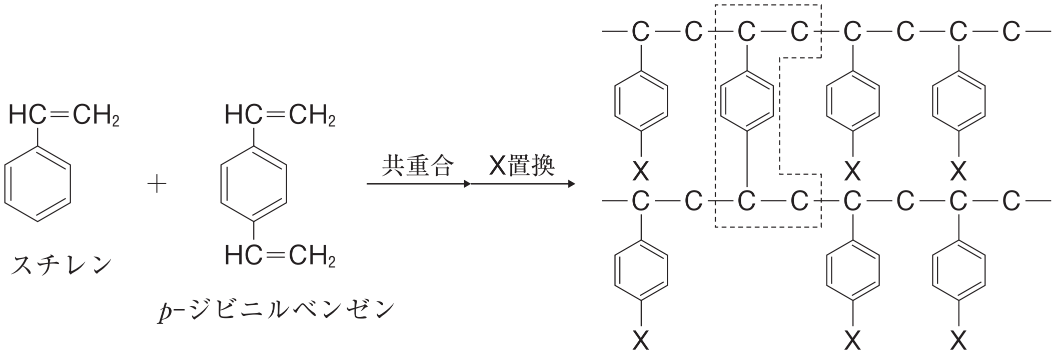
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

5　機能性高分子化合物

高分子化合物の物理的・化学的な機能を有効に利用しているものが機能性高分子化合物である。

①イオン交換樹脂

樹脂に電解質水溶液を流し込むと，樹脂のイオンと水溶液中の同符号のイオンが入れ替わる。このような機能をもった合成樹脂を**イオン交換樹脂**という。



陽イオンが入れ替わるものが**陽イオン交換樹脂**，陰イオンが入れ替わるものが**陰イオン交換樹脂**である。

$$R-SO_3H \quad + \quad NaCl \longrightarrow R-SO_3Na \quad + \quad HCl$$

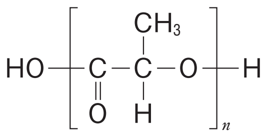
陽イオン交換樹脂

$$R-CH_2-N(CH_3)_3OH \quad + \quad NaCl \longrightarrow R-CH_2-N(CH_3)_3Cl \quad + \quad NaOH$$

陰イオン交換樹脂

②生分解性高分子

土壌や水中の微生物によって分解される高分子が生分解性高分子である。
ポリ乳酸が代表例である。



ポリ乳酸

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第22講　演習問題

1　次の文を読み以下の問1から問4に答えよ。

天然ゴムは，イソプレン(2−メチル−1,3−ブタジエン)C_5H_8が[ア]重合したポリイソプレンである。①天然ゴム中のポリイソプレン分子は，炭素間の二重結合の部分が[イ]形の構造であるため，力が加わっていない時は，分子全体が平均的には丸まった形をとっている。ゴムを引っ張ると分子全体が伸びた形になるが，この状態が不安定なため，元のように丸まった状態に戻ろうとする。このため，ゴムは伸び縮みする。また，おもりをつるして伸ばした状態のゴムひもに熱湯をかけるとゴムの長さは[ウ]なる。これは，外部からの熱エネルギーによって，ポリイソプレン分子鎖の炭素間の共有結合のうち[エ]結合を軸にした回転運動が活発になるからである。天然ゴムに硫黄を5～8％加えて熱すると，ポリイソプレン分子鎖間に[オ]構造を形成し，弾性や強度を増すことができる。このような操作を[カ]という。

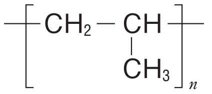
合成ゴムの一種であるスチレンブタジエンゴム(SBR)は，スチレンと1,3−ブタジエンの二種類の単量体の共重合で得られる。SBRは，ベンゼン環を含んでいるため，耐摩耗性，耐熱性に優れており，車のタイヤ等に用いられている。

問1　[ア]～[カ]にあてはまる適切な語句を答えよ。

問2　イソプレンの構造式を示せ。

問3　下線部①について，二重結合のシス－トランス(幾何)異性体の構造が明らかになるように，ポリイソプレンの構造式を示せ。なお，ポリマーの構造は右の例にならって表記せよ。

(例)



問4　スチレンと1,3−ブタジエンの構成単位比が3：2になるように共重合させたSBRの分子量が4.2×10^4の場合，このSBRは，1分子中に1,3−ブタジエン単位を何個含むか答えよ。ただし，ポリマーの末端の構造は考慮しなくてよい。

2　イオン交換樹脂について述べた次の文を読み，下の問1～問5に答えよ。ただし，原子量はH＝1.0，C＝12.0，O＝16.0，S＝32.0とする。

(あ)スチレンに少量の*p*-ジビニルベンゼンを加えて共重合させると，立体網目状構造の樹脂A(図1)が得られる。Aの構造中のベンゼン環の－Hを酸性または塩基性の官能基で置換したものは，イオン交換樹脂として用いられる。

たとえば，(い)Aを濃硫酸で処理すると，[ア]基($-SO_3^-H^+$)をもった樹脂B(図2)が得られる。Bに塩化ナトリウム水溶液を通すと，樹脂中の[イ]と水溶液中の[ウ]が1：1の割合で交換される。このような働きをする樹脂を[エ]樹脂という。

一方，Aの構造中にトリメチルアンモニウム基を含む樹脂C(図3)は，[オ]樹脂として働く。Cに塩化ナトリウム水溶液を通すと，樹脂中の[カ]と水溶液中の[キ]が1：1の割合で交換される。

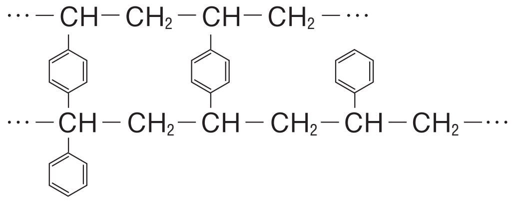


図1　樹脂Aの構造

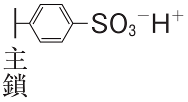


図2　樹脂Bの部分構造

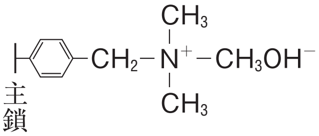


図3　樹脂Cの部分構造

実験室で合成したBを用いて，次の操作1～4を行った。

操作1　乾燥状態のB10gに少量の純水を加え，均一に混和した。

操作2　下部にコックが付いた円筒状ガラス管(カラム)に，操作1で調整したBをすべて注ぎ込んだ。

操作3　Bが沈降したら，その上から10mLの0.10mol/L塩化ナトリウム水溶液を注いでコックをゆるめた後，Bを純水で十分洗浄し，流出液をすべて集めた。

操作4　流出液をすべて100mLメスフラスコに移し，標線まで純水を加えた。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問1　文中の空欄 ア にあてはまる官能基の名称を記せ。

問2　文中の空欄 イ ～ キ に最も適するイオンまたは語句を次の⑾～⒇から選び，それぞれ番号で答えよ。

⑾　Cl^{-}　⑿　HSO_3^{-}　⒀　H^{+}　⒁　$N(CH_3)_4^{+}$　⒂　OH^{-}　⒃　SO_4^{2-}
⒄　NH_4^{+}　⒅　Na^{+}　⒆　陰イオン交換　⒇　陽イオン交換

問3　下線部(あ)および(い)に関して，スチレン104.0gと*p*-ジビニルベンゼン13.0gを完全に共重合させ，得られたAを濃硫酸で処理すると，何gのBが得られるか。有効数字3桁で答えよ。ただし， ア 基は，スチレンに由来するベンゼン環のオルト位とメタ位には導入されず，パラ位のうち50.0％に導入されるものとする。

問4　操作4で得られた溶液のpHはいくらか。最も近い値を次の(1)～(8)から選び，番号で答えよ。ただし，樹脂に通した水溶液は完全にイオン交換されたものとし，溶液中の酸および塩基は完全に電離するものとする。

(1)　1　(2)　2　(3)　3　(4)　4　(5)　10　(6)　11　(7)　12　(8)　13

問5　イオン交換に使用したBおよびCを再生するには，それぞれ何を用いて処理すればよいか。正しいものの組合せを次の(1)～(6)から選び，番号で答えよ。

	Bの再生に用いるもの	Cの再生に用いるもの
(1)	純水	希塩酸
(2)	純水	うすい水酸化ナトリウム水溶液
(3)	希塩酸	純水
(4)	希塩酸	うすい水酸化ナトリウム水溶液
(5)	うすい水酸化ナトリウム水溶液	純水
(6)	うすい水酸化ナトリウム水溶液	希塩酸

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第22講　確認テスト

1　天然ゴムは，ゴムの木の樹皮を傷つけて得られるラテックスに［あ］を加えて凝固させたものである。天然ゴムは［い］すると熱分解が起こり，イソプレンが得られる。すなわち，天然ゴムはイソプレンが付加重合したポリイソプレン$(C_5H_8)_n$（nは重合度）である。天然ゴムは二重結合の部分がシス形の構造であり，分子全体が曲がりくねった丸まった形をとっている。ゴムを引っ張ると，ゴム分子は伸びた形となるが，伸びたゴム分子は安定ではなく，自身の熱運動によって，もとの丸まった状態に戻ろうとする。こうしてゴム特有の弾性（ゴム弾性）を示す。たとえば，ゴムにおもりをつけて伸ばした状態でゴムに熱湯をかけると，ゴム弾性が大きくなり，ゴムは少し［う］。

天然ゴムに数%の［え］粉末を加えて加熱すると，［お］構造が生じて弾性が大きくなる。このような操作を［か］という。イソプレンに似た構造をもつ単量体を付加重合させると，弾性のある合成ゴムをつくることができる。たとえば，1,3−ブタジエンを適当な触媒のもとで付加重合させるとブタジエンゴム（BR）が得られる。また，1,3−ブタジエンにスチレンを加えて共重合させると，スチレンブタジエンゴム（SBR）が得られる。

二重結合を含む合成ゴムは，空気中でしだいに酸化され，弾性を失って劣化する。一方，ケイ素原子と酸素原子が交互に連なった骨格の重合体に［お］構造を導入することによりできたゴムにシリコーンゴムがある。シリコーンゴムは，不飽和結合を含まず，耐久性や耐薬品性などに優れている。

〔1〕　文章中の［あ］～［か］にあてはまる語句を下の選択肢の中から選べ。

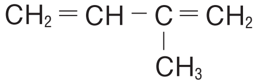
①　酸　②　アルカリ　③　結晶　④　架橋　⑤　酸化　⑥　還元
⑦　縮合　⑧　乾留　⑨　加水分解　⑩　リン　⑪　硫黄　⑫　炭素
⑬　透析　⑭　加硫　⑮　伸びる　⑯　縮む

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

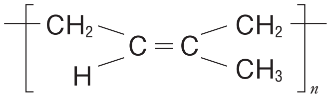
第22講　演習問題

1　問1　ア：付加　イ：シス　ウ：短く　エ：単　オ：架橋　カ：加硫

問2



問3



問4　2.0×10^{2}

2　問1　スルホ基

問2　イ：(13)　ウ：(18)　エ：(20)　オ：(19)　カ：(15)　キ：(11)

問3　1.57×10^{2} g

問4　(2)

問5　(4)

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第22講　確認テスト

1　あ：①　い：⑧　う：⑯　え：⑪　お：④　か：⑭

【解説】

乾留とは空気を遮断して加熱すること(→第８講)。天然ゴムを乾留することにより分解が進行し，イソプレンが得られる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。